

P19372.P04

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant :S. KAKIUCHI et al.

Serial No. :Not Yet Assigned

Filed :Concurrently Herewith

For :THREE-DIMENSIONAL IMAGE CAPTURING DEVICE

CLAIM OF PRIORITY

Commissioner of Patents and Trademarks
Washington, D.C. 20231

Sir:

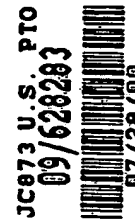
Applicant hereby claims the right of priority granted pursuant to 35 U.S.C. 119 based upon Japanese Application Nos. 11-216449, filed July 30, 1999; 11-216987, filed July 30, 1999; and 11-217061, filed July 30, 1999. As required by the Statute, certified copies of the Japanese applications are being submitted herewith.

Respectfully submitted,
S. KAKIUCHI et al.

Laurie A. Bernstein Reg. No. 33,329
Bruce M. Bernstein
Reg. No. 29,027

July 28, 2000
GREENBLUM & BERNSTEIN, P.L.C.
1941 Roland Clarke Place
Reston, VA 20191
(703) 716-1191

#2
9/23/00



日 本 国 特 許 庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

JC873 U.S. PTC
09/628283
07/28/00

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application:

1999年 7月30日

出 願 番 号
Application Number:

平成11年特許願第217061号

出 願 人
Applicant(s):

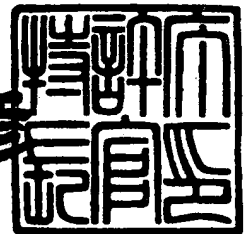
旭光学工業株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2000年 4月28日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

近 藤 隆 彦



出証番号 出証特2000-3032224

【書類名】 特許願

【整理番号】 AP99708

【提出日】 平成11年 7月30日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01B 11/24
H04N 13/02

【発明者】

【住所又は居所】 東京都板橋区前野町 2 丁目 3 6 番 9 号 旭光学工業株式会社内

【氏名】 垣内 伸一

【発明者】

【住所又は居所】 東京都板橋区前野町 2 丁目 3 6 番 9 号 旭光学工業株式会社内

【氏名】 瀬尾 修三

【発明者】

【住所又は居所】 東京都板橋区前野町 2 丁目 3 6 番 9 号 旭光学工業株式会社内

【氏名】 谷 信博

【特許出願人】

【識別番号】 000000527

【氏名又は名称】 旭光学工業株式会社

【代表者】 松本 徹

【代理人】

【識別番号】 100090169

【弁理士】

【氏名又は名称】 松浦 孝

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 050898

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9002979

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 3次元画像検出装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 光を照射するための光源と、

受光量に応じた電荷を蓄積可能な撮像素子と、

前記光源を制御して被写体に測距光を照射させ、前記被写体からの反射光を前記撮像素子で受光し、前記反射光により蓄積した信号電荷に基づいて前記被写体までの距離を検出する距離情報検出手段と、

前記光源を制御して通信光を照射させ、空間を伝送路とした光通信を行なう情報伝達手段とを備え、

前記通信光の発光に同期させて前記撮像素子における前記信号電荷の蓄積を行ない、前記通信光を測距光として用いることにより前記通信光と前記測距光とが重畳して前記光源から照射される

ことを特徴とする3次元画像検出装置。

【請求項2】 前記距離情報検出手段において、前記測距光が所定の回数繰り返し照射され、繰り返し毎に信号電荷が前記撮像素子に蓄積されることを特徴とする請求項1に記載の3次元画像検出装置。

【請求項3】 前記情報伝達手段において、前記通信光の発光が、2値データの1と0の何れかに対応することを特徴とする請求項1に記載の3次元画像検出装置。

【請求項4】 前記通信光がパルス変調されたレーザ光であることを特徴とする請求項1に記載の3次元画像検出装置。

【請求項5】 前記通信光により送信されるデータ列が、前記データ列をデータのビット数毎に区切るためのデータ区切信号を含むことを特徴とする請求項4に記載の3次元画像検出装置。

【請求項6】 前記撮像素子が受光量に応じて電荷が蓄積する複数の光電変換素子と前記光電変換素子に隣接して設けられた信号電荷保持部とからなることを特徴とする請求項1に記載の3次元画像検出装置。

【請求項 7】 前記撮像素子における前記信号電荷の蓄積が、前記光電変換素子に蓄積した電荷を掃出するための電荷掃出信号の立ち下がりにより開始し、前記光電変換素子に蓄積した電荷を前記信号電荷保持部へ転送するための電荷転送信号の立ち下がりにより終了することを特徴とする請求項 6 に記載の 3 次元画像検出装置。

【請求項 8】 前記電荷転送信号が、前記電荷掃出信号の立ち下がりと同時に立ち上がることを特徴とする請求項 7 に記載の 3 次元画像検出装置。

【請求項 9】 前記電荷転送信号が、周期的なパルス信号である基準電荷転送信号と前記データ列のパルス信号の立ち下がりに同期して生成されるデータ同期パルス信号との論理積により生成され、

前記電荷掃出信号が、前記データ同期パルス信号と前記基準電荷転送信号から半周期位相が遅れた同一周期のパルス信号である基準電荷掃出信号との論理積により生成され、

前記データ同期パルス信号が前記基準掃出信号と同期し、そのパルス幅が前記基準電荷転送信号の 1 周期幅と相等しい

ことを特徴とする請求項 8 に記載の 3 次元画像検出装置。

【請求項 10】 前記信号電荷の蓄積が前記通信光の立ち下がりに合わせて行われることを特徴とする請求項 1 に記載の 3 次元画像検出装置。

【請求項 11】 前記測距光が前記所定の回数繰り返し照射される期間である測距期間が、前記測距光と前記通信光が重畳されて照射されるデータ転送区間と、前記データ転送区間における前記測距光の照射回数が前記所定回数に満たない場合にその回数を補充するために測距光が照射される光量補正区間とを有することを特徴とする請求項 2 に記載の 3 次元画像検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光伝播時間測定法を用いて被写体の 3 次元形状等を検出する 3 次元画像検出装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

3次元画像検出装置で被写体を撮像し、検出された距離データや画像データから被写体の3次元画像を得るには、高い画像処理能力と十分な記憶容量を備える必要がある。しかし、これに必要な回路や器機を備えると装置が大型化するため小型軽量化された3次元画像検出装置で3次元画像を得ることは難しい。したがって従来の3次元画像検出装置は、インターフェースケーブルによりコンピュータに接続され、検出されたデータは逐次ケーブルを介してコンピュータに送られコンピュータ上で処理されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

検出された距離データや画像データから被写体の3次元画像を構成するには、被写体を多方向から撮像しこれを合成しなければならない。しかし3次元画像検出装置とコンピュータがケーブルで接続されていると、3次元画像検出装置の可動範囲が制限され多方向からの撮像が困難である。また、オペレーターの移動や器機の操作にとっても障害となる。

【0004】

本発明は、ケーブルを介することなくデータをコンピュータへ転送できかつ通信効率のよい3次元画像検出装置を得ることを目的としている。

【0005】

【課題を解決するための手段】

本発明の3次元画像検出装置は、光を照射するための光源と、受光量に応じた電荷を蓄積可能な撮像素子と、光源を制御して被写体に測距光を照射させ、被写体からの反射光を撮像素子で受光し、反射光により蓄積した信号電荷に基づいて被写体までの距離を検出する距離情報検出手段と、光源を制御して通信光を照射させ、空間を伝送路とした光通信を行なう情報伝達手段とを備え、通信光の発光に同期させて撮像素子における信号電荷の蓄積を行ない、通信光を測距光として用いることにより通信光と測距光とが重畳して光源から照射されることを特徴としている。

【0006】

好ましくは距離情報検出手段において、測距光が所定の回数繰り返し照射され、繰り返し毎に信号電荷が撮像素子に蓄積される。

【 0 0 0 7 】

情報伝達手段における通信光の発光は、好ましくは 2 値データの 1 と 0 の何れかに対応する。また好ましくは通信光は、パルス変調されたレーザ光である。通信光により送信されるデータ列は好ましくは、データ列をデータのビット数毎に区切するためのデータ区切信号を含む。

【 0 0 0 8 】

3 次元画像検出装置は好ましくは、撮像素子が受光量に応じて電荷が蓄積する複数の光電変換素子と光電変換素子に隣接して設けられた信号電荷保持部とからなる。このとき好ましくは撮像素子における信号電荷の蓄積は、光電変換素子に蓄積した電荷を掃出するための電荷掃出信号の立ち下がりにより開始し、光電変換素子に蓄積した電荷を信号電荷保持部へ転送するための電荷転送信号の立ち下がりにより終了する。またより好ましくは電荷転送信号は、電荷掃出信号の立ち下がりと同時に立ち上がる。

【 0 0 0 9 】

例えば 3 次元画像検出装置における電荷転送信号は、周期的なパルス信号である基準電荷転送信号とデータ列のパルス信号の立ち下がりに同期して生成されるデータ同期パルス信号との論理積により生成される。また電荷掃出信号は、データ同期パルス信号と基準電荷転送信号から半周期位相が遅れた同一周期のパルス信号である基準電荷掃出信号との論理積により生成される。このときデータ同期パルス信号は基準掃出信号と同期し、そのパルス幅は基準電荷転送信号の 1 周期幅と相等しい。

【 0 0 1 0 】

好ましくは信号電荷の蓄積は、通信光の立ち下がりに合わせてこ行われる。

【 0 0 1 1 】

好ましくは、測距光が所定の回数繰り返し照射される期間である測距期間が、測距光と通信光が重畳されて照射されるデータ転送区間と、データ転送区間における測距光の照射回数が所定回数に満たない場合にその回数を補充するための測

距光が照射される光量補正区間とを有する。

【 0 0 1 2 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

図 1 は、本発明の第 1 の実施形態であるカメラ型の 3 次元画像検出装置の斜視図である。

【 0 0 1 3 】

カメラ本体 1 0 の前面において、撮影レンズ 1 1 の左上にはファインダ窓 1 2 が設けられ、右上にはストロボ 1 3 が設けられている。カメラ本体 1 0 の上面において、撮影レンズ 1 1 の真上には、測距光であるレーザ光を照射する測距用発光装置（光源） 1 4 が配設されている。測距用発光装置 1 4 の左側にはリリーススイッチ 1 5、液晶表示パネル 1 6 が設けられ、右側にはモード切替ダイヤル 1 7 と V/D モード切替スイッチ 1 8 が設けられている。カメラ本体 1 0 の側面には、I C メモリカード等の記録媒体を挿入するためのカード挿入口 1 9 が形成され、またビデオ出力端子 2 0 が設けられている。

【 0 0 1 4 】

図 2 は図 1 に示すカメラの回路構成を示すブロック図である。

撮影レンズ 1 1 の中には絞り 2 5 が設けられている。絞り 2 5 の開度はアイリス駆動回路 2 6 によって調整される。撮影レンズ 1 1 の焦点調節動作およびズーム動作はレンズ駆動回路 2 7 によって制御される。

【 0 0 1 5 】

撮影レンズ 1 1 の光軸上には撮像素子（CCD） 2 8 が配設されている。CCD 2 8 には、撮影レンズ 1 1 によって被写体像が形成され、被写体像に対応した電荷が発生する。CCD 2 8 における電荷の蓄積動作、電荷の読出動作等の動作は CCD 駆動回路 3 0 によって制御される。CCD 2 8 から読み出された電荷信号すなわち画像信号はアンプ 3 1 において増幅され、A/D 変換器 3 2 においてアナログ信号からデジタル信号に変換される。デジタルの画像信号は撮像信号処理回路 3 3 においてガンマ補正等の処理を施され、画像メモリ 3 4 に一時的に格納される。アイリス駆動回路 2 6、レンズ駆動回路 2 7、撮像信号処理回路 3 3

はシステムコントロール回路 3 5 によって制御される。また CCD 駆動回路 3 0 は、V/D 切替回路 2 2 から出力される CCD 駆動パルスにより制御される。

【 0 0 1 6 】

画像信号は画像メモリ 3 4 から読み出され、LCD 駆動回路 3 6 に供給される。LCD 駆動回路 3 6 は画像信号に応じて動作し、これにより画像表示 LCD パネル 3 7 には、画像信号に対応した画像が表示される。

【 0 0 1 7 】

カメラをカメラ本体 1 0 の外部に設けられたモニタ装置とケーブルで接続すれば、画像メモリ 3 4 から読み出された画像信号は TV 信号エンコーダ 3 8、ビデオ出力端子 2 0 を介してモニタ装置に伝送可能である。またシステムコントロール回路 3 5 はインターフェース回路 4 0 に接続されており、インターフェース回路 4 0 はインターフェースコネクタ 2 1 に接続されている。したがってカメラをカメラ本体 1 0 の外部に設けられたコンピュータとインターフェースケーブルを介して接続すれば、画像メモリ 3 4 から読み出された画像信号をコンピュータに伝送可能である。また、システムコントロール回路 3 5 は、記録媒体制御回路 4 2 を介して画像記録装置 4 3 に接続されている。したがって画像メモリ 3 4 から読み出された画像信号は、画像記録装置 4 3 に装着された IC メモリカード等の記録媒体 M に記録可能である。

【 0 0 1 8 】

発光装置 1 4 は発光素子 1 4 a と照明レンズ 1 4 b により構成され、発光素子 1 4 a の発光動作は発光素子制御回路 4 4 によって制御される。また発光素子制御回路 4 4 は、ディレイ回路 4 5 からのパルス信号により制御される。このパルス信号は、データパルス出力回路 2 9 から出力されるデータパルス信号をディレイ回路 4 5 で遅延したものである。またデータパルス信号は、送信データが時系列のパルス信号として出力されたものである。

【 0 0 1 9 】

発光素子 1 4 a はレーザダイオード (LD) であり、照射されるレーザ光は測距光と通信光を重畳したものである。このレーザ光は照明レンズ 1 4 b を介して被写体の全体および光通信のための受光器を含む領域に照射される。被写体にお

いて反射したレーザ光が撮影レンズ 11 に入射して CCD 28 で検出されることにより、被写体の距離情報が検出される。また照射されたレーザ光には通信光が重畳されているので、コンピュータに接続された受光器がこのレーザ光を受光検出することによりデータがコンピュータへ送信される。データパルス出力回路 29 からディレイ回路 45 へ出力されるデータパルス信号は、同時に CCD 駆動パルス変換回路 46 およびカウント回路 39 にも出力される。

【0020】

Dモード CCD 駆動パルス発生回路 23 では、距離情報を検出する際に基準となる基準 CCD 駆動パルスが生成され、CCD 駆動パルス変換回路 46 へ出力される。CCD 駆動パルス変換回路 46 では、CCD における信号電荷の蓄積が、データパルス信号に基づく発光素子 14a の発光動作に同期して行なわれるように、データパルス信号に基づいて基準 CCD 駆動パルスを変換する。変換された CCD 駆動パルスは、その後 V/D 切替回路 22 を経て CCD 駆動回路 30 へ出力される。

【0021】

Vモード CCD 駆動パルス発生回路 24 では、通常のビデオ制御を行なう際の CCD 駆動パルスが生成され、V/D 切替回路 22 を経て CCD 駆動回路 30 へ出力される。V/D 切替回路 22 は、V/D モード切替スイッチ 18 で設定されたモードに合わせて、Vモード CCD 駆動パルス発生回路 24 または CCD 駆動パルス変換回路 46 からの CCD 駆動パルスを CCD 駆動回路 30 へ出力する。V/D 切替回路 22、Vモード CCD 駆動パルス発生回路 24 および Dモード CCD 駆動パルス発生回路 23 は、システムコントロール回路 35 により制御される。

【0022】

システムコントロール回路 35 には、リリーススイッチ 15、モード切替ダイヤル 17、V/D モード切替スイッチ 18 から成るスイッチ群 45 と、液晶表示パネル（表示素子）16 とが接続されている。

【0023】

図 3 は、距離情報の検出と光通信とを行なうときの様子を模式的に表したもの

である。

【 0 0 2 4 】

距離情報の検出は、発光装置 1 4 から被写体 S にレーザ光を照射し、被写体 S からの反射光を撮像レンズ 1 1 を介して CCD 2 8 (図 2) で受光することにより行われる。一方コンピュータ 5 0 へのデータ送信は、発光装置 1 4 から照射されたレーザ光を照射領域 U 内に配置された受光器 5 1 で受光検出することにより行われる。受光器 5 1 で検出された光は、電気信号に変換され受信データとしてコンピュータ 5 0 に送られ所定の処理を施されてディスプレイ等 (図示せず) に表示される。

【 0 0 2 5 】

次に図 4 および図 5 を参照して、本実施形態における距離測定の実理について説明する。なお図 5 において横軸は時間 t である。

【 0 0 2 6 】

距離測定装置 B から出力された測距光は被写体 S において反射し、図示しない CCD によって受光される。測距光は所定のパルス幅 H を有するパルス状の光であり、したがって被写体 S からの反射光も、同じパルス幅 H を有するパルス状の光である。また反射光のパルスの立ち上がりは、測距光のパルスの立ち上がりよりも時間 $\delta \cdot t$ (δ は遅延係数) だけ遅れる。測距光と反射光は距離測定装置 B と被写体 S の間の 2 倍の距離 r を進んだことになるから、その距離 r は

$$r = \delta \cdot t \cdot C / 2 \quad \dots (1)$$

により得られる。ただし C は光速である。

【 0 0 2 7 】

例えば測距光のパルスの立ち上がりから反射光を検知可能な状態に定め、反射光のパルスが立ち下がる前に検知不可能な状態に切換えるようにすると、すなわち反射光検知期間 T を設けると、この反射光検知期間 T における受光量 A は距離 r の関数である。すなわち受光量 A は、距離 r が大きくなるほど (時間 $\delta \cdot t$ が大きくなるほど) 小さくなる。

【 0 0 2 8 】

本実施形態では上述した原理を利用して、CCD 2 8 に設けられ、2 次元的に

配列された複数のフォトダイオード（撮像素子）においてそれぞれ受光量 A を検出することにより、カメラ本体 10 から被写体 S の表面の各点までの距離をそれぞれ検出し、被写体 S の表面形状に関する 3 次元画像のデータを一括して入力している。

【0029】

図 6 は、CCD 28 に設けられるフォトダイオード 51 と垂直転送部 52 の配置を示す図である。図 7 は、CCD 28 を基板 53 に垂直な平面で切断して示す断面図である。この CCD 28 は従来公知のインターライン型 CCD であり、不要電荷の掃出しに VOD（縦型オーバーフローレイン）方式を用いたものである。

【0030】

フォトダイオード 51 と垂直転送部 52 は n 型基板 53 の面に沿って形成されている。フォトダイオード 51 は 2 次的に格子状に配列され、垂直転送部 52 は所定方向（図 6 において上下方向）に 1 列に並ぶフォトダイオード 51 に隣接して設けられている。垂直転送部 52 は、1 つのフォトダイオード 51 に対して 4 つの垂直転送電極 52a, 52b, 52c, 52d を有している。したがって垂直転送部 52 では、4 つのポテンシャルの井戸が形成可能であり、従来公知のように、これらの井戸の深さを制御することによって、信号電荷を CCD 28 から出力することができる。なお、垂直転送電極の数は目的に応じて自由に変更できる。

【0031】

基板 53 の表面に形成された p 型井戸の中にフォトダイオード 51 が形成され、 p 型井戸と n 型基板 53 の間に印加される逆バイアス電圧によって p 型井戸が完全空乏化される。この状態において、入射光（被写体からの反射光）の光量に応じた電荷がフォトダイオード 51 において蓄積される。基板電圧 V_{sub} を所定値以上に大きくすると、フォトダイオード 51 に蓄積した電荷は、基板 53 側に掃出される。これに対し、転送ゲート部 54 に電荷転送信号（電圧信号）が印加されたとき、フォトダイオード 51 に蓄積した電荷は垂直転送部 52 に転送される。すなわち電荷掃出信号によって電荷を基板 53 側に掃出した後、フォトダイ

オード 51 に蓄積した信号電荷が、電荷転送信号によって垂直転送部 52 側に転送される。このような動作を繰り返すことにより、垂直転送部 52 において信号電荷が積分され、いわゆる電子シャッタ動作が実現される。

【0032】

図 8 は距離情報検出動作におけるタイミングチャートであり、図 1、図 2、図 6～図 8 を参照して本実施形態における距離情報検出動作について説明する。なお本実施形態の距離情報検出動作では、図 5 を参照して行なった距離測定の実理の説明とは異なり、外光の影響による雑音を低減するために測距光のパルスの立ち下がりから反射光を検知可能な状態に定め、反射光のパルスが立ち下がった後に検知不可能な状態に切換えるようにタイミングチャートを構成しているが原理的には何ら異なるものではない。

【0033】

垂直同期信号（図示せず）の出力に同期して電荷掃出信号（パルス信号）S1 が出力され、これによりフォトダイオード 51 に蓄積していた不要電荷が基板 53 の方向に掃出され、フォトダイオード 51 における蓄積電荷量はゼロになる（符号 S2）。電荷掃出信号 S1 の出力の開始の後、一定のパルス幅を有するパルス状の測距光 S3 が出力される。測距光 S3 が出力される期間 T_S （パルス幅）は調整可能であり、図示例では、電荷掃出信号 S1 の立ち下がりとは略同時に測距光 S3 がオフするように調整されている。

【0034】

測距光 S3 は被写体において反射し、CCD 28 に入射する。すなわち CCD 28 によって被写体からの反射光 S4 が受光されるが、電荷掃出信号 S1 が出力されている間は、フォトダイオード 51 において電荷は蓄積されない（符号 S2）。電荷掃出信号 S1 の出力が停止され、略同時に電荷転送信号 S9 が出力されると、フォトダイオード 51 では、反射光 S4 の受光による電荷蓄積および垂直転送部 52 への転送が開始される。これにより外光と反射光 S4 とに起因する信号電荷 S5 が、フォトダイオード 51 で発生蓄積されるとともに垂直転送部 52 へ転送される。反射光 S4 が消滅すると（符号 S6）フォトダイオード 51 では、反射光に基く電荷蓄積は終了するが（符号 S7）、外光のみに起因する電荷蓄

積は継続し（符号 S 8）、蓄積された電荷は垂直転送部 5 2 へ転送される。

【 0 0 3 5 】

フォトダイオード 5 1 から垂直転送部 5 2 への電荷転送は、電荷転送信号 S 9 の出力の終了（符号 S 1 0）によって完了する。すなわち、外光が存在するためにフォトダイオード 5 1 では電荷蓄積が継続するが、電荷転送信号 S 9 の出力が終了するまでにフォトダイオード 5 1 で蓄積された信号電荷 S 1 1 が垂直転送部 5 2 へ転送される。電荷転送信号の出力終了後に蓄積している電荷 S 1 4 は、そのままフォトダイオード 5 1 に残留する。

【 0 0 3 6 】

このように電荷掃出信号 S 1 の出力の終了から電荷転送信号 S 9 の出力が終了するまでの期間 T_{U1} の間、フォトダイオード 5 1 には、被写体までの距離に対応した信号電荷が蓄積される。そして、反射光 S 4 の受光終了（符号 S 6）までフォトダイオード 5 1 に蓄積している電荷が、被写体の距離情報とに対応した信号電荷 S 1 2（斜線部）として垂直転送部 5 2 へ転送され、その他の信号電荷 S 1 3 は外光のみに起因するものである。

【 0 0 3 7 】

電荷転送信号 S 9 の出力から一定時間が経過した後、再び電荷掃出信号 S 1 が出力され、垂直転送部 5 2 への信号電荷の転送後にフォトダイオード 5 1 に蓄積された不要電荷が基板 5 3 の方向へ掃出される。すなわち、フォトダイオード 5 1 において新たに信号電荷の蓄積が開始する。そして、上述したのと同様に電荷蓄積期間 T_{U1} の間、信号電荷は垂直転送部 5 2 へ転送される。

【 0 0 3 8 】

このような信号電荷 S 1 1 の垂直転送部 5 2 への転送動作は、次の垂直同期信号が出力されるまで、所定の回数繰り返し実行される。これにより垂直転送部 5 2 において信号電荷 S 1 1 が積分され、1 フィールドの期間（2 つの垂直同期信号によって挟まれる期間）に積分された信号電荷 S 1 1 は、その期間被写体が静止していると見做せれば、被写体までの距離情報に対応している。なお信号電荷 S 1 3 は信号電荷 S 1 2 に比べ微小であるため信号電荷 S 1 1 は信号電荷 S 1 2 と見なすことができる。

【0039】

以上説明した信号電荷 S 1 1 の検出動作は 1 つのフォトダイオード 5 1 に関するものであり、全てのフォトダイオード 5 1 においてこのような検出動作が行なわれる。1 フィールドの期間における検出動作の結果、各フォトダイオード 5 1 に隣接した垂直転送部 5 2 の各部位には、そのフォトダイオード 5 1 によって検出された距離情報が保持される。この距離情報は垂直転送部 5 2 における垂直転送動作および図示しない水平転送部における水平転送動作によって CCD 2 8 から出力され、3 次元画像データとして、CCD 2 8 の外部に取り出される。

【0040】

次に距離情報検出動作のフローチャートである図 9 を参照して距離情報検出動作について説明する。

【0041】

ステップ 1 0 1 においてリリーススイッチ 1 5 が全押しされていることが確認されるとステップ 1 0 2 が実行され、ビデオ (V) モードと距離測定 (D) モードのいずれが選択されているかが判定される。これらのモード間における切替は V/D モード切替スイッチ 1 8 を操作することによって行なわれる。

【0042】

D モードが選択されているとき、ステップ 1 0 3 において後に説明する測距通信重畳処理が行なわれる。その後ステップ 1 0 4 において垂直同期信号が出力されるとともに測距光制御が開始される。すなわち発光装置 1 4 が駆動され、パルス状の測距光 S 3 が断続的に出力される。次いでステップ 1 0 5 が実行され、CCD 2 8 による検知制御が開始される。すなわち図 8 を参照して説明した距離情報検出動作が開始され、電荷掃出信号 S 1 と電荷転送信号 S 9 が交互に出力されて、距離情報の信号電荷 S 1 1 が垂直転送部 5 2 において積分される。ステップ 1 0 4、ステップ 1 0 5 で実行される発光素子 1 4 a 及び CCD 2 8 の制御は、ステップ 1 0 3 で出力された LD 駆動パルス及び CCD 駆動パルスにしたがって行われる。

【0043】

ステップ 1 0 6 では、距離情報検出動作の開始から 1 フィールド期間が終了し

たか否か、すなわち新たに垂直同期信号が出力されたか否かが判定される。1フィールド期間が終了するとステップ107へ進み、垂直転送部52で積分された信号電荷S11がCCD28から出力される。この積分された信号電荷はステップ108において画像メモリ34に一時的に記憶される。ステップ109では測距光制御がオフ状態に切換えられ、発光装置14の発光動作が停止する。

【0044】

ステップ110では、距離データの演算処理が行なわれ、ステップ111において距離データが画像メモリ34に記憶されてこの検出動作は終了する。一方、ステップ102においてVモードが選択されていると判定されたとき、ステップ112において測距光制御がオフ状態に切換えられるとともに、ステップ113においてCCD28による通常の撮影動作（CCDビデオ制御）がオン状態に定められ、ステップ114で撮像された画像データが画像メモリ34に記憶されてこの検出動作は終了する。

【0045】

次にステップ110において実行される演算処理の内容を図8を参照して説明する。

反射率Rの被写体が照明され、この被写体が輝度Iの2次光源と見做されてCCDに結像された場合を想定する。このとき、電荷蓄積時間tの間にフォトダイオードに発生した電荷が積分されて得られる出力 S_n は、

$$S_n = k \cdot R \cdot I \cdot t \quad \dots (2)$$

で表される。ここでkは比例定数で、撮影レンズのFナンバーや倍率等によって変化する。

【0046】

図8に示されるように電荷蓄積時間を T_{U1} 、測距光S3のパルス幅を T_S 、距離情報の信号電荷S12のパルス幅を T_D とし、1フィールド期間中のその電荷蓄積時間がN回繰り返されるとすると、得られる出力 SM_{10} は、

$$\begin{aligned} SM_{10} &= \sum k \cdot R \cdot I \cdot T_D \\ &= k \cdot N \cdot R \cdot I \cdot T_D \quad \dots (3) \end{aligned}$$

となる。なお、パルス幅 T_D は

$$\begin{aligned}
 T_D &= \delta \cdot t \\
 &= 2r / C \quad \dots (4)
 \end{aligned}$$

と表せる。このとき被写体までの距離 r は

$$r = C \cdot SM_{10} / (2 \cdot k \cdot N \cdot R \cdot I) \quad \dots (5)$$

で表せる。したがって比例定数 k 、反射率 R 、輝度 I を予め求めておけば距離 r が求められる。

【0047】

図10は、ステップ103において実行される測距通信重畳処理のフローチャートである。

【0048】

ステップ201において送信データの有無が確認される。送信データが存在する場合には、ステップ202でデータがメモリ34から読み出され、データパルス出力回路29においてデータパルス信号に変換されディレイ回路45やカウント回路39、CCD駆動パルス変換回路46へ出力される。ステップ203では、データパルス信号がディレイ回路45において遅延され、発光素子14aを制御するためのLD駆動パルスとして発光素子制御回路44へ出力される。また、このときCCD駆動パルス変換回路46では、データパルス信号に基づく発光素子14aの発光動作に合わせて、フォトダイオード51での電荷蓄積が行なえるように、DモードCCD駆動パルス発生回路で生成されたCCD駆動パルスを変換する。これにより測距通信重畳処理は終了する。

【0049】

一方ステップ201において、送信データが存在しないと判定されると、ステップ204において、ダミーデータがシステムコントロール回路35で生成される。これは送信すべきデータが存在しない場合でも、発光素子14aからレーザー光を照射して距離情報の検出を行なうためである。すなわち、生成されたダミーデータは、送信情報としての意味はなく、距離情報の検出のための測距光を発光するタイミングを指示する信号としてのみ機能する。ダミーデータは、データパルス出力回路29へ出力されるとともにデータパルス信号に変換され、ディレイ回路45やカウント回路39、CCD駆動パルス変換回路46へ出力される。

【0050】

その後ステップ203では、ダミーデータのデータパルス信号がディレイ回路45において遅延され、発光素子14aを制御するためのLD駆動パルスとして発光素子制御回路44へ出力される。また、ダミーデータのデータパルス信号に基づく発光素子14aの発光動作に合わせてフォトダイオード51での電荷蓄積動作が行われるように、DモードCCD駆動パルス発生回路で生成されたCCD駆動パルスがCCD駆動パルス変換回路46で変換される。これにより測距通信重畳処理は終了する。

【0051】

次に図11、図12を参照して測距通信重畳処理について説明する。図11は、CCD駆動パルス変換回路46の回路構成をより詳しく示したブロック図であり、カメラ全体のブロック図(図2)のうち測距通信重畳処理に関係する部分だけが図示されている。また図12は、図11の回路から出力される各パルス信号、フォトダイオード51での蓄積期間、LDの発光パルスのシーケンスを示している。

【0052】

図12(a)は、データパルス出力回路29から出力されるデータパルス信号である。一対のパルスS21は、送信データをデータのビット数毎に区切るためのデータ区切信号である。すなわち、パルスS21の立上りから次のパルスS21の立上りまでの区間 T_d が1つのデータ区間となる。送信データは、例えば8ビットデータであり、このとき送信データは、8ビットのデータ毎にデータ区切信号S21によって区切られる。各データ区間における8ビットのデータパルスは、データ区間内の区間 T_p において出力される。区間 T_p は8つの基本区間からなり、各基本区間は8ビットデータの1ビットに対応する。ある基本区間において、パルスがオン状態であればその基本区間に対応するビットは1であり、オフ状態であれば0である。

【0053】

図12の各データ区間に付された8桁の2進数は、各データ区間で出力される8ビットの送信データを表している。これら8桁の2進数の各桁は、区間 T_p の

基本区間と1対1に対応している。すなわち2進数の1桁目は区間 T_p の右から1番目の基本区間B1、2桁目は右から2番目の基本区間B2に対応している。各桁は順番に各基本区間に対応しており、8桁目は右から8番目（一番左）の基本区間B8に対応している。例えば左から2番目のデータ区間で出力される送信データは00101000であり、4桁目と6桁目のみが1なので、右から4つ目の基本区間と6つ目の基本区間のみパルスがオン状態となり、他の基本区間ではオフ状態となる。すなわちパルスS22は6桁目、パルスS23は4桁目の1を表している。また、左から3番目のデータ区間の8桁の2進データは、11100001であり、上位3桁の数が連続して1なので、これに対応する左から3つの基本区間は全てパルスがオン状態となる。この場合上位3桁は3つのパルスが連続して1つのパルスS24となる。

【0054】

これらのデータパルス（図12（a））は、ディレイ回路45を介してLD駆動パルスとして発光素子駆動回路44へ送られる。図12（h）は、このときの発光素子（LD）14aの発光パルス（LD発光パルス）を表している。LD発光パルスは、データパルス（図12（a））が Δt だけ遅延されたものであり、発光素子14aは各データ区間の2進データに対応して発光する。

【0055】

また、発光パルスは測距光としても用いられるので、前述の基本区間の幅は測距光のパルス幅 T_s に相当する。本実施形態では、反射光の立ち下がりを利用して測距を行なうので、フォトダイオード51での蓄積期間は、LD発光パルスの立ち下がりに合わせて設けられなければならない。すなわち、CCD駆動パルス変換回路46は、DモードCCD駆動パルス発生回路23で生成される基準CCD駆動パルスを、図12（h）のLD発光パルスの立ち下がりに合わせて電荷蓄積を行うCCD駆動パルスに変換しなければならない。

【0056】

図12（c）、図12（e）に示される周期的なパルスは、DモードCCD駆動パルス発生回路23で生成される基準CCD駆動パルスである。図12（c）は電荷掃出動作の基準となる基準掃出パルスであり、図12（e）は電荷転送動

作の基準となる基準転送パルスである。CCD駆動パルス変換回路46に入力されたデータパルス信号は、まずデータ同期パルス発生回路47でデータ同期パルス(図12(b))に変換されAND回路48、49へ出力される。AND回路49では、データ同期パルスとDモードCCD駆動パルス発生回路23から出力される基準掃出パルス(図12(c))との論理積(AND)がとられ、図12(d)で示されるパルスに変換される。このパルスは、掃出パルスとしてV/D切替回路22へ出力される。一方AND回路48では、データ同期パルスとDモードCCD駆動パルス発生回路23から出力される基準転送パルス(図12(e))との論理積(AND)がとられ、図12(f)に示されるパルスに変換され、転送パルスとしてV/D切替回路22へ出力される。

【0057】

図12(d)の掃出パルスと図12(f)の転送パルスは、CCD駆動パルスとしてV/D切替回路22を経てCCD駆動回路30へ出力されCCD28のフォトダイオード51における電荷の掃出動作と電荷の転送動作を制御する。図8を参照して説明したように、フォトダイオード51における電荷の蓄積は、電荷掃出信号(掃出パルス)S1が立ち下がったと略同時に立ち上がる電荷転送信号(転送パルス)S9がオン状態の期間(S9のパルス幅) T_{U1} において行われるので、データパルスが図12(a)のようなパルスで表されるとき、基準掃出パルスと基準転送パルスは、図12(d)、図12(f)のように変換され、フォトダイオード51における電荷蓄積は図12(g)で示されるタイミングで行われる。これによりフォトダイオード51での電荷の蓄積動作は、常にLD発光パルス(図12(h))が立ち下がるタイミングに合わせて行われる。

【0058】

以上のように、発光素子14aの発光パルスは、送信データに対応するデータパルス信号に基づいて行われ、照射されたレーザ光は通信光としての役割を果たす。また同時に電荷蓄積動作が、発光パルスの立ち下がりに合わせて行なわれることにより照射されたレーザ光は測距光としての役割を果たし、通信光と測距光は重畳される。

【0059】

次に図 1 1 ～図 1 4 を参照して光量補正処理について説明する。

【 0 0 6 0 】

図 1 2 (a) で示すように、送信されるデータパルスは各データ区間毎に異なるため、その発光パルスの立ち下がりの数も各データ区間毎に異なる。また測距のために行われる信号電荷の蓄積は、発光パルスの立ち下がりに合わせて行われるため、電荷蓄積の回数は各データ区間毎に異なる。例えば、図 1 2 (g) の各データ区間で行われる電荷蓄積の回数は、左から 1 番目のデータ区間では 4 回、2 番目では 2 回、3 番では 1 回である。したがって、距離情報検出動作で実行される電荷蓄積の総数（信号電荷の積分回数）が送信データにより異なるため、出力 SM_{10} （総蓄積電荷量）も異なり、距離の検出精度が劣化する。

【 0 0 6 1 】

本実施形態では、距離情報検出動作で実行される信号電荷の積分回数を一定にし、出力 SM_{10} が送信データに依存しないように光量補正処理が行われる。図 1 3 は、光量補正処理を行うときに距離情報検出動作で実行される発光動作のシーケンスを示している。

【 0 0 6 2 】

距離情報検出のための発光動作が行われる測距期間（1 フィールド期間）には、データパルス信号にしたがって発光動作を行なうデータ転送区間と、測距期間における積分回数（蓄積総数）を一定にするための補正処理を行なう光量補正区間とが存在する。データパルス出力回路 2 9 から出力されたデータパルス信号のパルスの立ち下がり回数は、カウント回路 3 9 で計数されているので、データ転送区間の終了時には、データ転送区間における蓄積回数（積分回数）が計数されている。計数された蓄積回数から距離情報の検出に必要な残りの蓄積回数が求められ、光量補正区間において残りの回数分の発光と蓄積が行われる。例えば、距離情報検出動作で実行される信号電荷の積分回数が 6 0 万回のとき、データ転送区間における蓄積回数（積分回数）が 3 0 万回であれば、光量補正区間では 3 0 万回の発光および蓄積が実行される。また、データ転送区間における蓄積回数（積分回数）が 4 0 万回であれば、光量補正区間では 2 0 万回の発光および蓄積が実行される。なおデータ転送区間と光量補正区間との間には、光量補正処理へ処

理を移すための切替期間が設けられている。

【0063】

次に、光量補正区間における発光パルスおよび蓄積期間のシーケンスについて説明する。図14は、光量補正区間において図11の回路から出力される各パルス信号、フォトダイオード51での蓄積期間、LDの発光パルスのシーケンスを示している。

【0064】

システムコントロール回路35では、カウント回路39で計数されたデータ転送区間の発光パルスの立ち下がり数（蓄積回数）から光量補正区間において必要な発光および蓄積の回数を算出し、算出された回数の発光および蓄積を行なうためのダミーデータを生成する。生成されたダミーデータは、データパルス出力回路29を介してデータパルス（図14（a））として出力される。ダミーデータのデータパルスは、図12を参照して説明した送信データのデータパルスと同様に、データ区切信号S21によって8ビット単位で区切られ、基本区間の幅等も同じである。またダミーデータは、ディレイ回路45やCCD駆動パルス変換回路46において、送信データのとおり同様の処理を施され、発光素子制御回路44かやCCD駆動回路30へそれぞれLD駆動パルス、CCD駆動パルスとして出力される。すなわちダミーデータのデータパルスが図14（a）で表されるとき、掃出パルスと転送パルスはそれぞれ図14（d）、（f）のようになり、フォトダイオード51での電荷の蓄積動作は、図14（g）のタイミングで行われる。また発光素子14aの発光パルスは、図14（e）のようにダミーデータのデータパルスの出力から Δt 遅延されている。

【0065】

データパルスの出力において各基本区間は隣接しているので、隣接する基本区間のパルスがオン状態のとき、隣接する基本区間で出力されるパルスは連続した1つのパルスとなってしまう。例えば、図12（a）のS24のように、上位3ビットに対応する基本区間はパルス幅が $3 \times T_s$ の1つのパルスとなる。また、前述したように、被写体の距離情報を検出するための信号電荷の蓄積は、LD発光パルスの立ち下がりを利用して行われる。したがって、データパルスが8ビッ

トの場合、1つの光量補正区間において被写体までの距離情報を含む信号電荷を蓄積できる回数の上限は、データパルスが1ビットおきにオン状態のときでありその数は4回である。図12(a)は、距離情報検出動作における一定の積分回数に対して、蓄積回数が例えば10回足りない場合を例示している。左から1番目と2番目の光量補正区間では、上限の4回にわたって発光光源14aの発光およびフォトダイオード51での信号電荷の蓄積が行われ、3番目の光量補正区間では、残りの2回が行われている。

【0066】

次に図15を参照してコンピュータ50上で実行される光通信の受信動作について説明する。

【0067】

ステップ301で発光素子14aの発光パルス(図12(h))が受光器51で検出されると、ステップ302において発光装置14から送信されてくるデータパルス信号の検出が受光器51で開始される。ステップ302で一連のデータの受信が終了するとステップ303に処理が移る。受信されたデータが被写体の画像データや距離データであれば、ステップ303において画像処理等が施され、必要に応じてコンピュータ50に接続されたディスプレイ等に出力される。ステップ304では受信動作を終了するか否かが判定される。例えばコンピュータ50のキーボードなどのキーに割り当てられた終了ボタンが押されていると、この受信動作は終了する。また終了ボタンが押されなければステップ301に戻り再び受信待機状態となる。

【0068】

なお本実施形態において、フォトダイオード51での電荷の蓄積動作は、LD発光パルス(図12(h))が立ち下がるのと略同時に行われたが、蓄積動作はLD発光パルスの立ち下がりまたは立ち上がりと一定の位相差をもって同期してもよい。

【0069】

以上のように本実施形態によれば、1つの発光装置14を用いて光通信と距離検出が行なえ、かつ通信光と測距光が重畳されることにより、光通信と距離検出

を同時に行なうことができる。

【 0 0 7 0 】

【発明の効果】

以上のように本発明によれば、ケーブルを介することなくデータをコンピュータへ転送できかつ通信効率のよい 3 次元画像検出装置が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の一実施形態であるカメラ型の 3 次元画像検出装置の斜視図である。

【図 2】

図 1 に示すカメラの回路構成を示すブロック図である。

【図 3】

距離情報検出動作と光通信によりデータを送信するときの様子を模式的に表した図である。

【図 4】

測距光による距離測定の原理を説明するための図である。

【図 5】

測距光、反射光、ゲートパルス、および CCD が受光する光量分布を示す図である。

【図 6】

CCD に設けられるフォトダイオードと垂直転送部の配置を示す図である。

【図 7】

CCD を基板に垂直な平面で切断して示す断面図である。

【図 8】

被写体までの距離に関するデータを検出する距離情報検出動作のタイミングチャートである。

【図 9】

距離情報検出動作のフローチャートである。

【図 1 0】

測距通信重畳処理のフローチャートである。

【図 1 1】

測距通信重畳処理に係る回路の構成を示すブロック図である。

【図 1 2】

データ転送時のデータパルス、蓄積期間、LD 発光パルス等のシーケンスを示す図である。

【図 1 3】

測距期間におけるデータ転送区間と光量補正区間との関係を模式的に表した図である。

【図 1 4】

光量補正時のデータパルス、蓄積期間、LD 発光パルス等のシーケンスを示す図である。

【図 1 5】

コンピュータで実行される受信動作のフローチャートである。

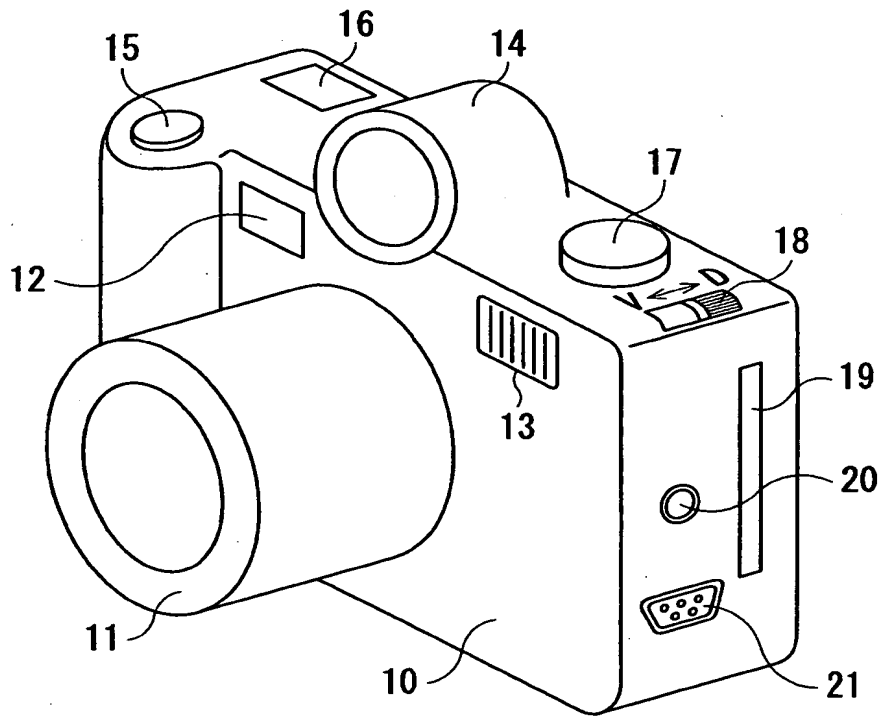
【符号の説明】

1 4 発光装置

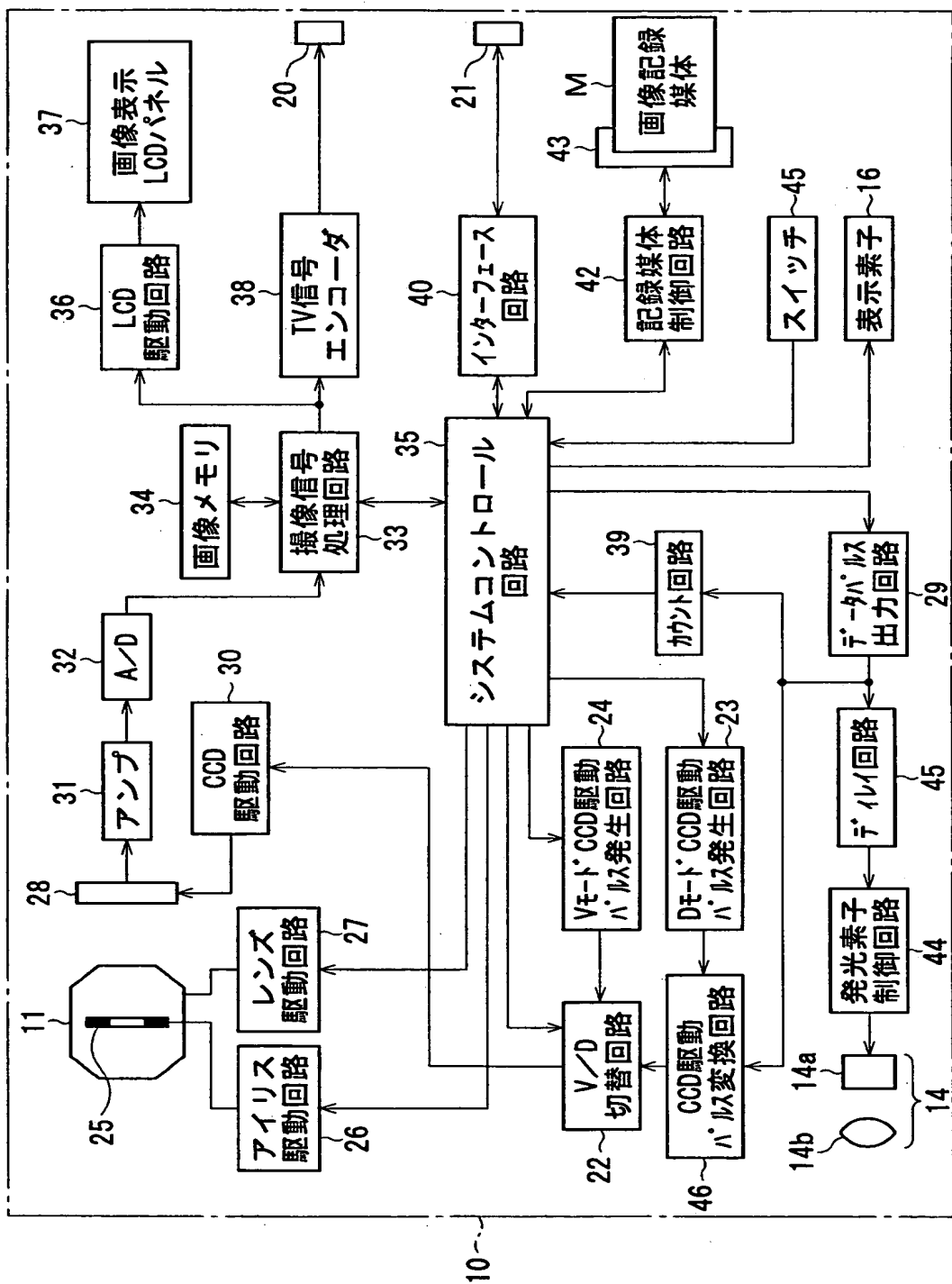
5 1 フォトダイオード

【書類名】 図面

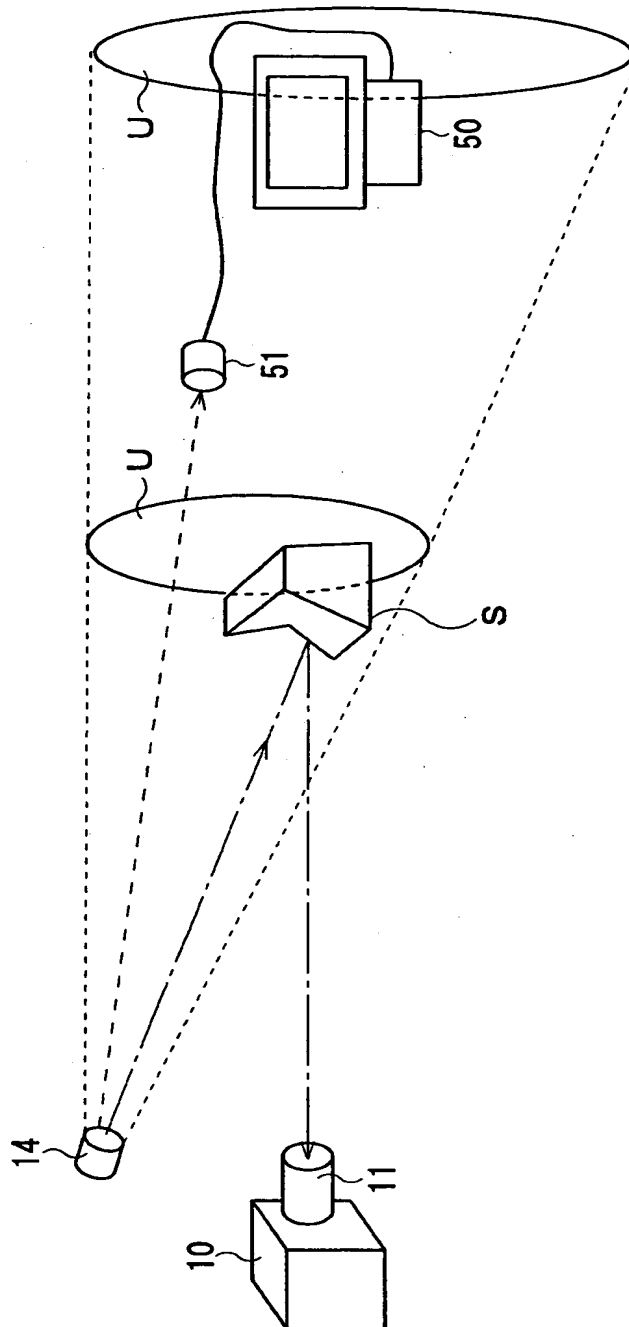
【図 1】



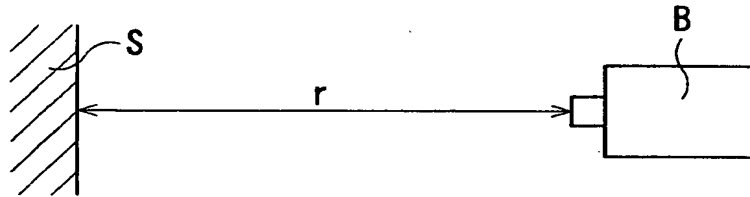
【図 2】



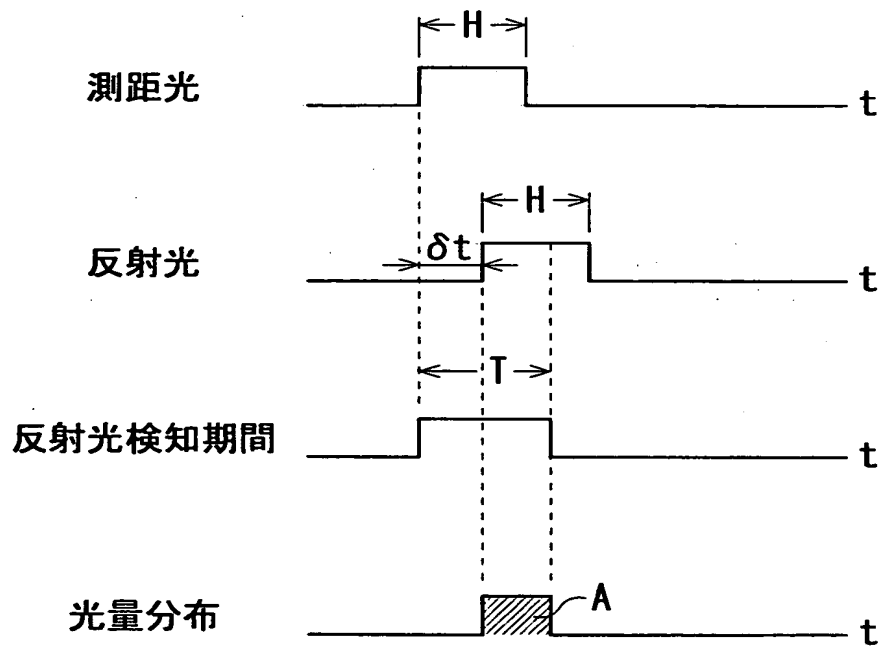
【图 3】



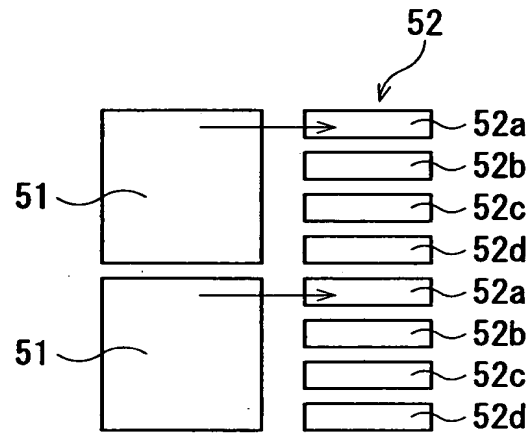
【図 4】



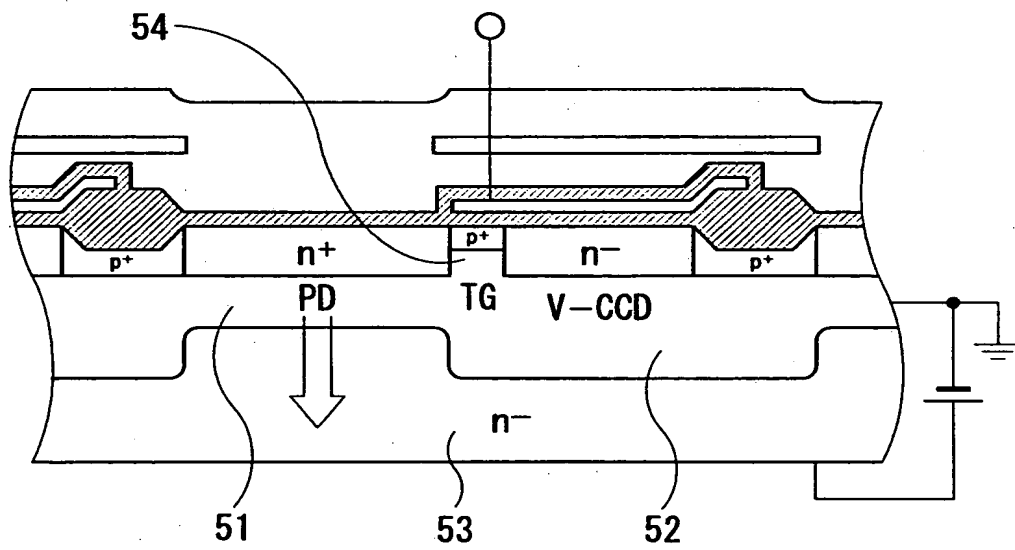
【図 5】



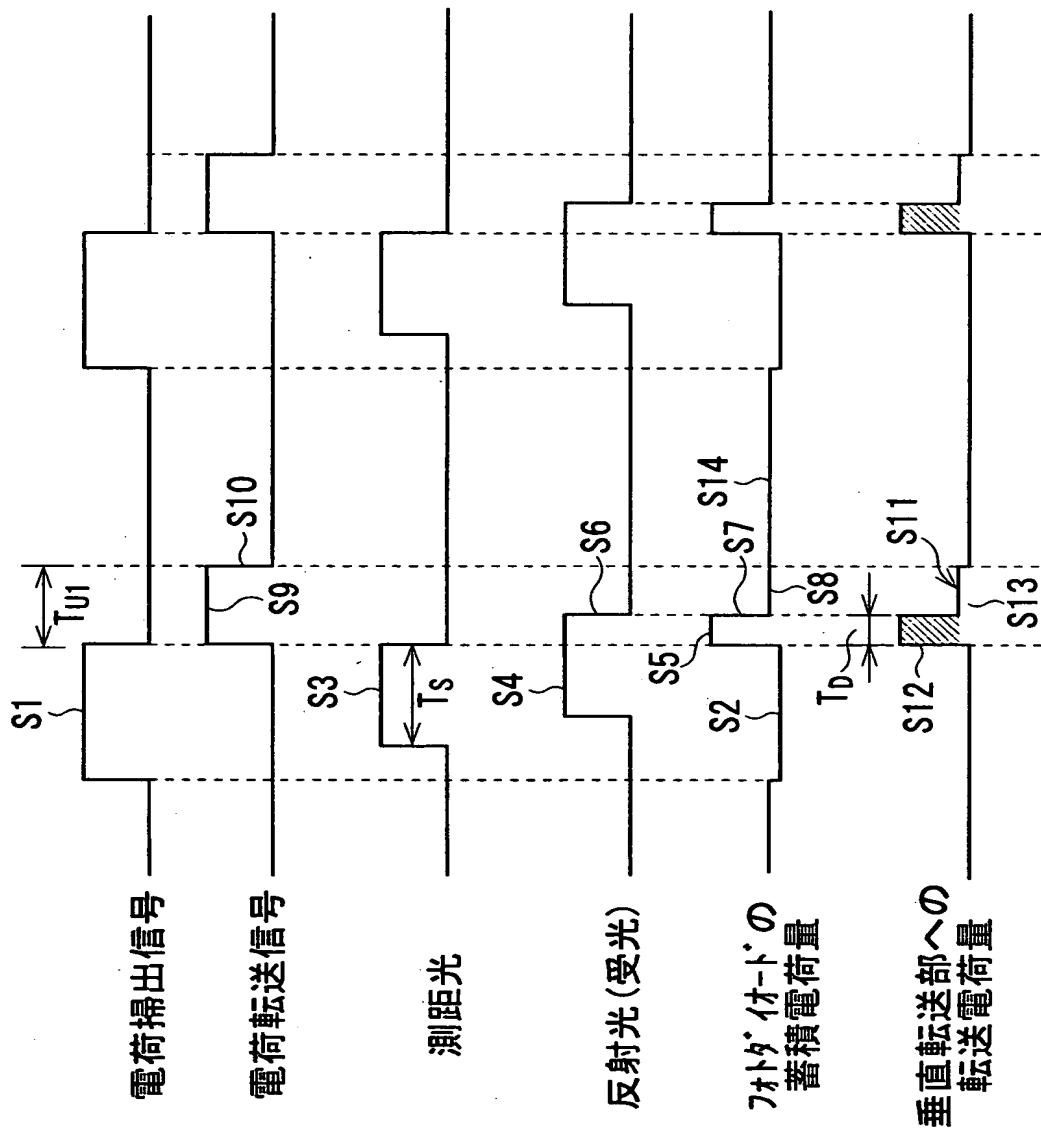
【図 6】



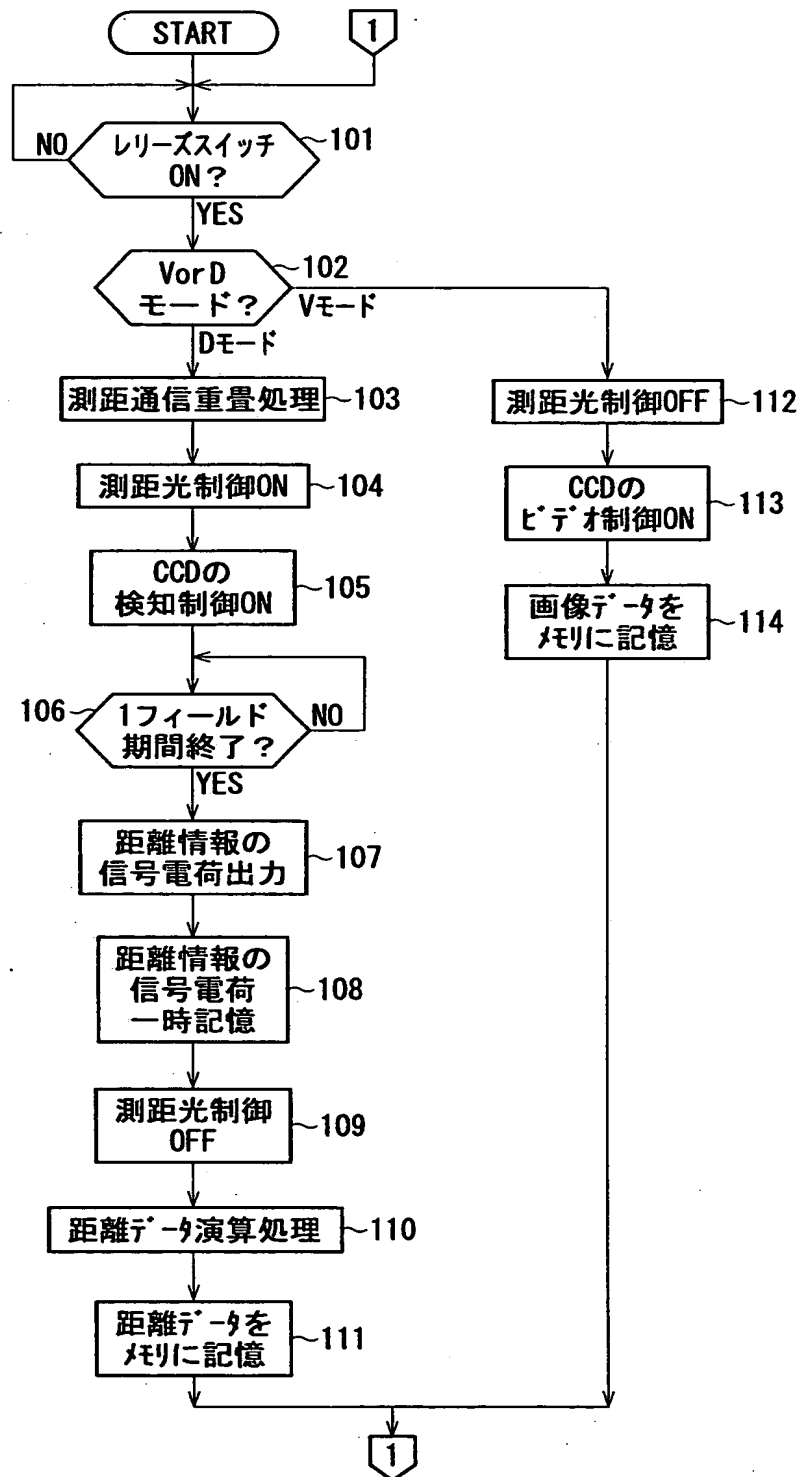
【図 7】



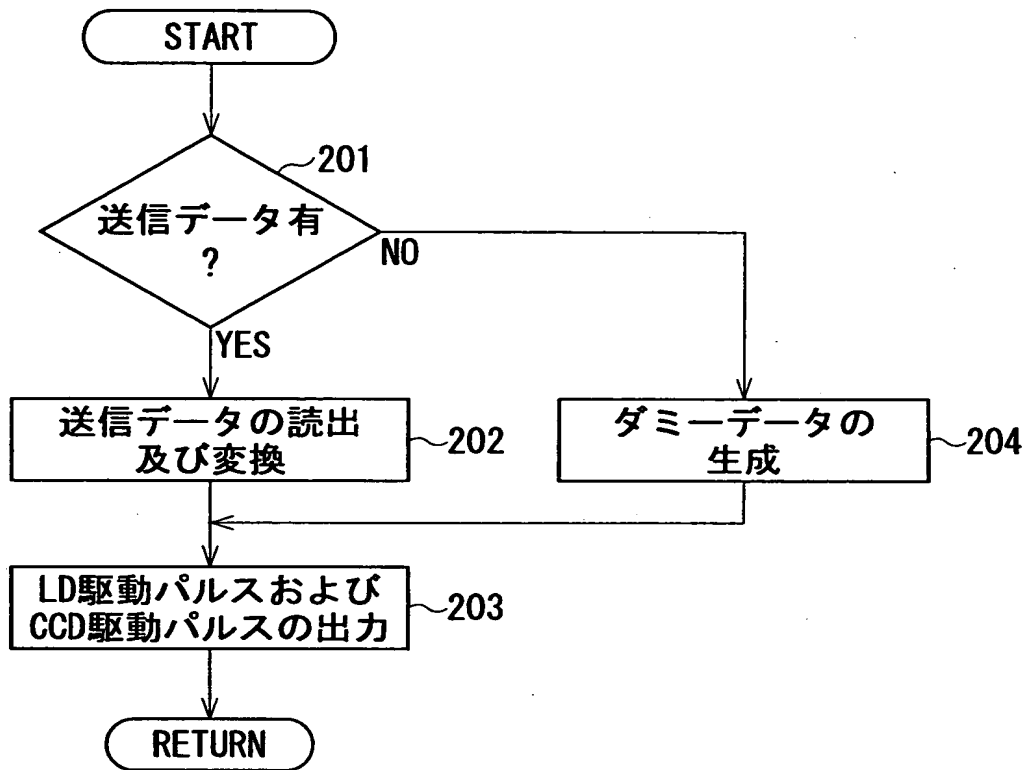
【図 8】



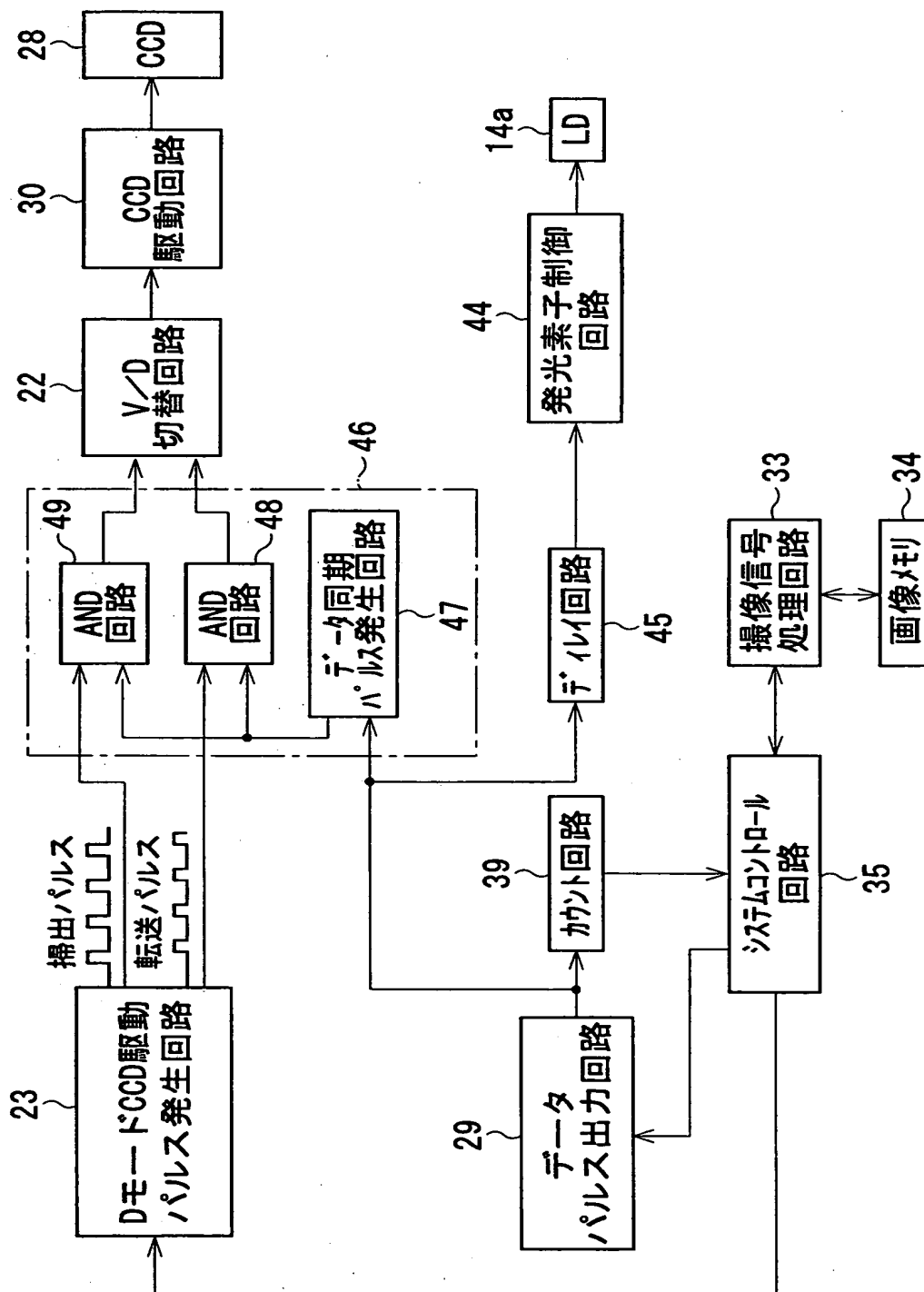
【図 9】



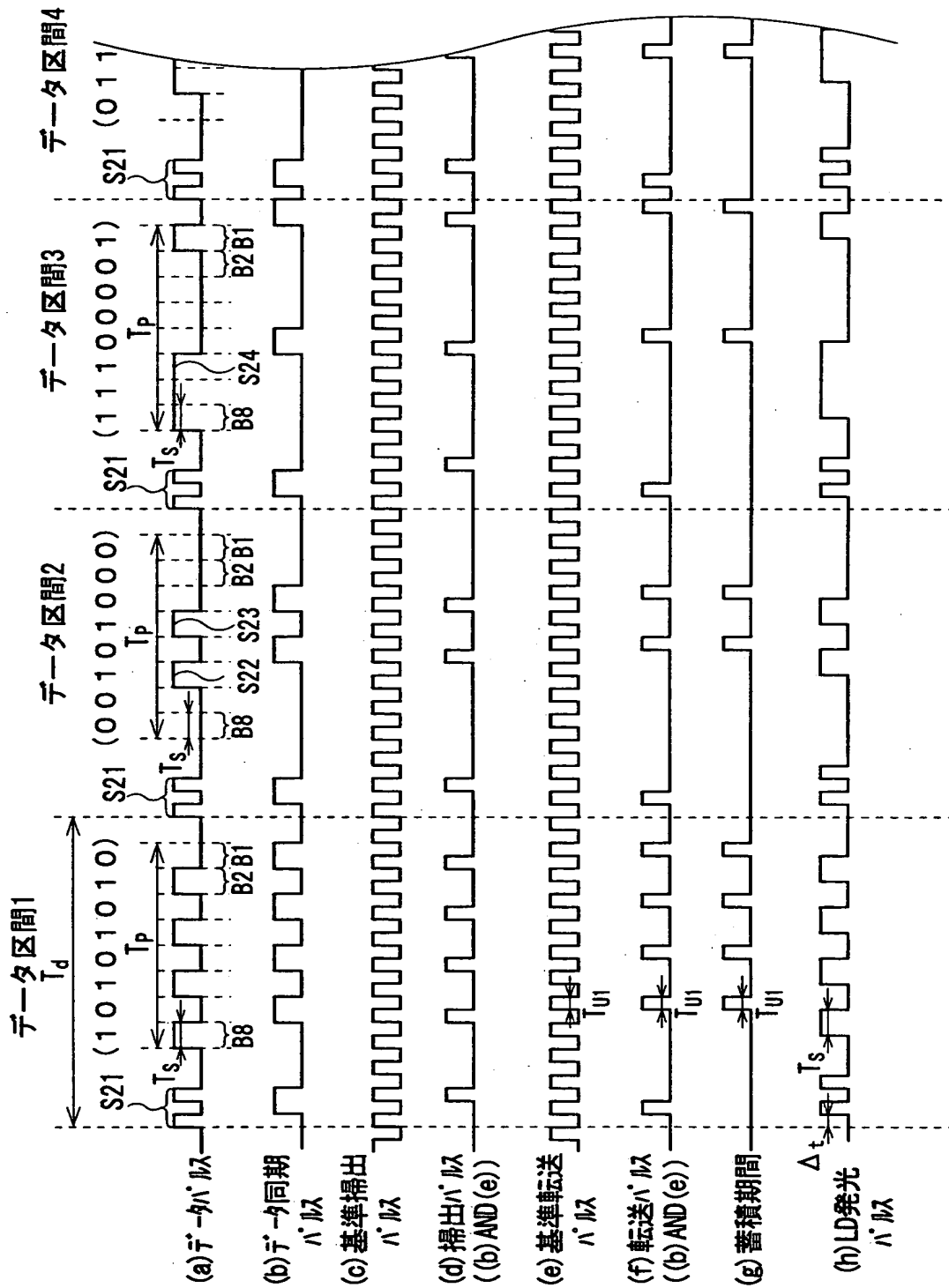
【図 1 0】



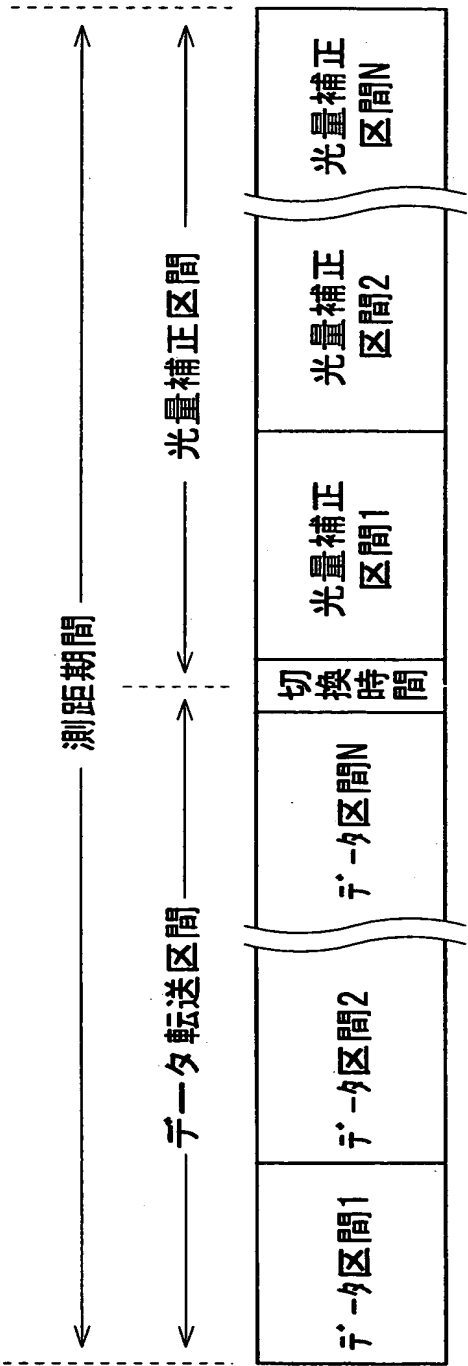
【図 1 1】



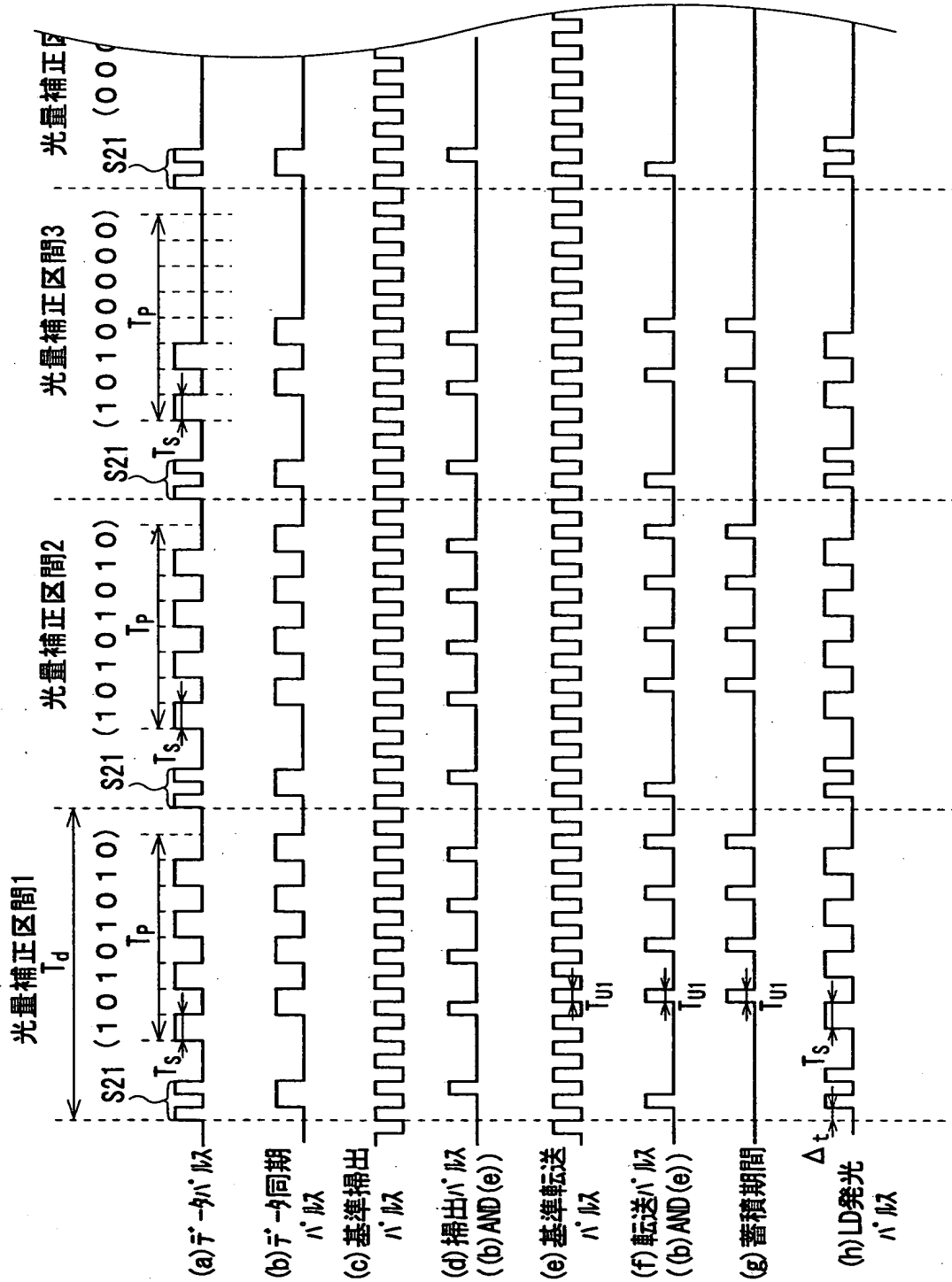
【図 12】



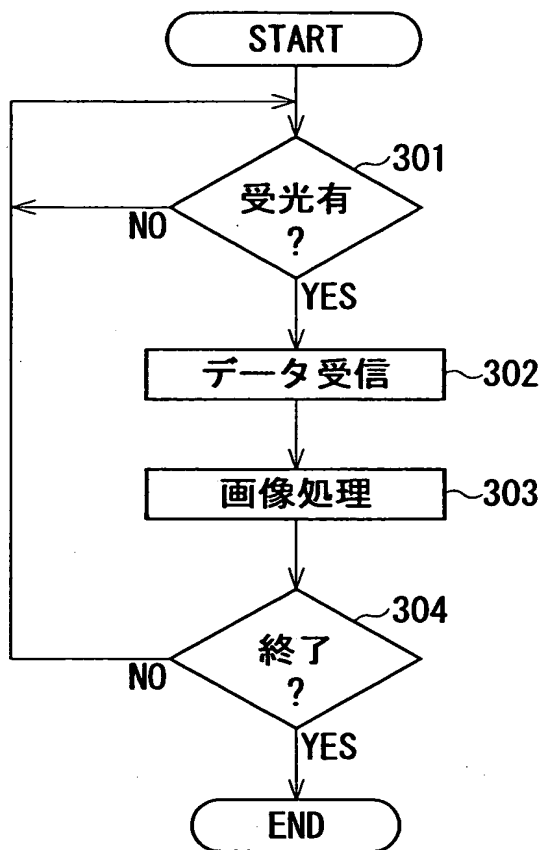
【図 1 3】



【図 1 4】



【図 1 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 測距光を照射して距離を検出する 3 次元画像検出装置において、1 つの光源を用いて測距及び光通信を効率よく行なう。

【解決手段】 送信データの 2 進データ列にしたがって、光源 1 4 からパルス変調されたレーザ光を照射する。被写体で反射したレーザ光を撮像レンズ 1 1 の内側に設けられたフォトダイオードで受光する。フォトダイオードで受光されたレーザ光により生じる信号電荷をパルス変調されたレーザ光のパルスの立ち下がりに合わせて蓄積する。蓄積された信号電荷から被写体までの距離を検出する。一方、レーザ光の照射領域内に配置された受光器 5 1 では、パルス変調されたレーザ光を受光検出し、コンピュータ 5 0 へ出力する。

【選択図】 図 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000000527]

1. 変更年月日	1990年 8月10日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都板橋区前野町2丁目36番9号
氏 名	旭光学工業株式会社